

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-154820

(43)公開日 平成10年(1998)6月9日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
H 01 L 29/84		H 01 L 29/84	Z
G 01 C 19/56		G 01 C 19/56	
G 01 P 9/04		G 01 P 9/04	
15/125		15/125	
H 01 L 21/304	3 4 1	H 01 L 21/304	3 4 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数3 FD (全8頁)

(21)出願番号 特願平8-329215

(71)出願人 000006231

株式会社村山製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(22)出願日 平成8年(1996)11月25日

(72)発明者 長谷川 友保

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村山製作所内

(72)発明者 根来 泰宏

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村山製作所内

(72)発明者 川合 浩史

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村山製作所内

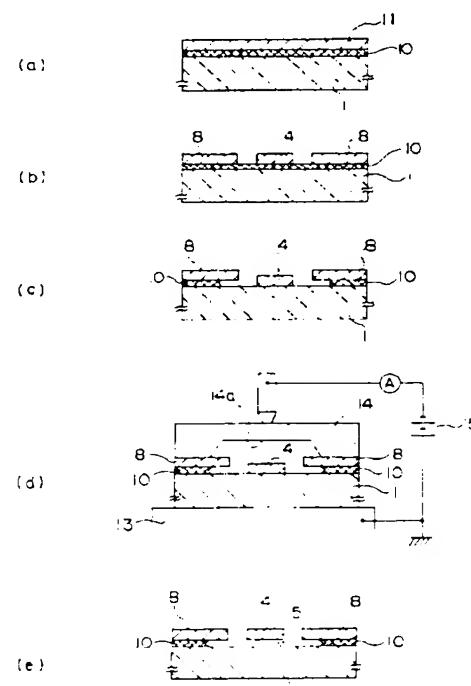
(74)代理人 弁理士 五十嵐 清

(54)【発明の名称】 振動素子の製造方法

(57)【要約】

【課題】 簡単な工程で製造でき、しかも、歩留まりを向上させる振動素子の製造方法を提供する。

【解決手段】 基板1上の犠牲層10の上に可動部4を形成し、可動部4の下側の犠牲層10をエッチング液を用いて除去する。そして、エッチング液を洗浄した後に洗浄液の乾燥を行う。この乾燥工程後に、可動部4の上側に電極体1-4を配設する。この電極体1-4には可動部4に空隙を介して対向する電極面1-4aを有する。上記可動部4と電極面1-4a間に電圧を印加して可動部4を電極面側に引き上げる静電力を作用させ、前記乾燥工程で基板1に付着した可動部4を基板1から剥がし、基板1と可動部4間に空隙を形成して振動素子が完成する。上記静電力を用いることにより、基板1と可動部4間に空隙を確実かつ簡単に形成できることに、可動部4の破壊が防止できて振動素子の歩留まりが向上する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板に固定形成される固定部と、該固定部に接する基板面と空隙を介して可動部とを有した振動素子の製造方法において、まず、基板面の可動部形成領域に形成された犠牲層の上側に上記固定部と連接される可動部を形成し、その後、エッチャング液を用いて上記可動部の下側の犠牲層を除去し、然る後、エッチャング液を洗浄し、その後の乾燥工程で上記洗浄液を乾燥除去し、次に、上記可動部の上側に空隙を介して接する可動電極を配置し、上記可動部と接する電極間に电压を印加し、可動部を可動電極間に引き上げる静電力を作用させ、前記乾燥工程時の洗浄液の表面張力により基板に付着した可動部を基板から剥離し、基板と可動部間に空隙を形成する振動素子の製造方法。

【請求項2】 半導体基板に固定形成される固定部と、該固定部に支持され基板面と空隙を介して対面接設される可動部とを有した振動素子の製造方法において、まず、基板面の可動部形成領域に形成された犠牲層の上側に上記固定部と連接される可動部を形成し、その後、エッチャング液を用いて上記可動部の下側の犠牲層を除去し、然る後、エッチャング液を洗浄し、その後の乾燥工程で上記洗浄液を乾燥除去し、次に、半導体基板の上側にガラス接着剤で形成された蓋部を剥離して上記可動部の上側を空隙を介して上記蓋部により覆い、半導体基板と蓋部に电压を印加して半導体基板と蓋部を陽極吸引手法により接合させると共に、この蓋部の直圧印加によりガラス接着剤の蓋部を電極として機能させて可動部と蓋部間に電圧を印加し、可動部を蓋部間に引き上げる静電力を作用させて前記乾燥工程時の洗浄液の表面張力により半導体基板に付着した可動部を半導体基板から剥離し、半導体基板と可動部の間に空隙を形成する振動素子の製造方法。

【請求項3】 可動部の上側に空隙を介して配置される電極の間に可動部が接するのを防止するための接着剤が形成されていることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の振動素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【01-1】

【発明が属する技術分野】 本発明は、加速度センサやマイクロシライコ等の振動素子を製造する方法に関するものである。

## 【01-2】

【従来の技術】 図3の(a)には半導体マイクロマシンの犠牲層により製造された振動素子の一例が示され、図3の(b)には図3(a)と同様に示すV字形切削部が示されている。この振動素子は、張り出し、固定部であるアンカーパート、固定部、可動部と、可動部とを有して構成されており、図3の(c)と(d)に示すように、基板1にアンカーパート、固定部、可動部が固定形成され、各アンカーパートには保

持部の一部がそれぞれ連接されており、各保持部の生地部には貫通の可動部4が接続されている。

【01-3】 上記構造と可動部4は、基板1と電極を介して対面接設されており、図3(c)と(d)に示す高さ方向に変位が可能な構成になっている。また、図3の(c)と(d)に示す接部5は凸字形状で形成されており、可動部4(封筒との)に示す横方向や縦方向に変位可能な構成になっている。

【01-4】 上記可動部4には樹脂形成の可動電極6が形成され、この可動電極6に吸引等により、樹脂形成の固定電極7が基板1に固定された支持部8から伸張形成されており、上記可動電極6と固定電極7の電極面は互いに対向している。

【01-5】 上記構成の振動素子では、例えば、可動部4の(a)に示す縦方向に変位すると、可動電極6と固定電極7の間の間隙が可変し、可動電極6と固定電極7間の静電容量が可変する。このことから、可動電極6と固定電極7間の静電容量の可変量を上記可動部4の縦方向の変位量として検出することができる。

【01-6】 例えば、上記振動素子が加速度センサとして使用される場合には、上記可動部4の変位量が加速度の大きさに対応し、上記可動部4の変位量に基づき加速度の大きさを検出することができます。また、上記振動素子さらに、可動部4を運動させる運動発生手段を備え、マイクロシライコとして使用されるときには、上記可動部4の変位量は角速度の大きさに対応しており、上記可動部4の変位量に基づき角速度の大きさを求めることが可能である。

## 【01-7】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記構成の振動素子の可動部4は次のようにして製造される。まず、図3の(a)に示すように、基板1上に可動部4の形成領域に形成された犠牲層10の上に、アンカーパートを介して接する可動部4を形成する。その後、可動部4の下側の犠牲層10をエッチャング液(エッチャント)を用いて除去する。

【01-8】 そして、上記エッチャング液を洗浄する洗浄工程とその後洗浄液を乾燥させる乾燥工程が順に行われ、図3の(b)に示すように、基板1に空隙を介して可動部4が形成する。

【01-9】 したながら、上記エッチャング液の洗浄工程で、基板1と可動部4間に数μmといつても、隙間に入り込んだ洗浄液の表面張力により、可動部4は洗浄液の表面に付着し、この付着で、次の乾燥工程で、洗浄液が乾燥乾燥される事によつて、洗浄液が乾燥して可動部4が基板1側に変形し、洗浄液が完全に乾燥したときには、別に示すように可動部4が基板1に付着固定されてしまう。

【01-10】 このように、可動部4が基板1に固定されを状態では、可動部4が変位できなくて、振動素子と

して機能できないといふ問題がある。

【(i) (1-1)】そこで、上記問題を解決するために、例えば、洗浄乾燥手法が提案されている。洗浄乾燥手法とは、エッチング液を洗浄した後、その洗浄液をメチル・ヒドロパノール等の溶媒に替えて、その溶媒専用の液を導きさせ、その専用液を容器中に残させるといふものである。

【(i) (1-2)】しかしむしろ、上記専用液の手法では、溶媒専用の特殊な液が必要である上に、エッチング液を洗浄した後に洗浄液を上記専用液に置換させ、その溶媒専用の液を導きさせて残させるといふように、工程が複雑になる。

【(i) (1-3)】また、基板1と可動部1間に付着専用液が多過ぎると、その液を導き出したときに、液の重力作用により既に可動部1を破損させてしまうといふ問題が生じる。上記と反対に、基板1と可動部1間に付着専用液が少な過ぎると、溶媒専用液の表面張力により可動部1が基板1に付着した状態で上記専用液の洗浄・乾燥が行われ、可動部1は基板1に付着固定されてしまう。

【(i) (1-4)】上記可動部1の破損の問題や、可動部1が基板1に付着するといふ問題を解決するためには、基板1と可動部1間に付着させる溶媒専用液の液量の制御が必要であるが、液量の制御は非常に困難であり、上記のように、可動部1が破損されてしまったり、可動部1が基板1に付着固定されることが多発して振動素子の価値まりを低下させ、振動素子の価格を高価にするといふ問題がある。

【(i) (1-5)】また、三酸化チタニウム酸塩界隈を利用した洗浄液の乾燥手法も知られているが、この乾燥手法は作業工程が複雑をかくと共に、三酸化チタニウム酸塩界隈を作り出すための専用の装置を導入しなければならず、その装置は高価なものであるので、振動素子の価格を高価にしてしまうといふ問題がある。

【(i) (1-6)】この発明は上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、簡単な工程で製造することでき、かつ、振動素子の製造の価値まりを向上させて安価な振動素子を提供することの可能な振動素子の製造方法を提供することにある。

### 【(i) (1-7)】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためにはこの発明は次のよう構成をもつて前記課題を解決する手段としている。すなはち、第1の発明は、基板に固定され可動部と、該可動部に支持され基板面と空隙を介して該可動部と有した振動素子の製造方法において、まず、基板面と可動部との間に形成された振動素子の上側に上記可動部に連接される可動部を形成し、その後、エッチング液を用いて上記可動部の表面張力により可動部の表面張力を除去し、その後、エッチング液を洗浄し、その後の乾燥工程で上記洗浄液を乾燥除去し、次に、半導体基板の片面にガラス接着剤で形成された蓋部を配置して上記可動部の上側を蓋部を介して上記蓋部により覆い、半導体基板と蓋部に露した部を印加して半導体基板と蓋部を陽極接合手順により接合させてと共に、この蓋部への露部印加によりガラス接着剤の蓋部を電極として機能させて可動部と蓋部間に電圧を印加し、可動部を蓋部側に引き上げる静電力を作用させて前記乾燥工程の洗浄液の表面張力により半導体基板に付着した可動部を半導体基板から剥がし、半導体基板と可動部1間に空隙を形成する構成をもつて前記課題を解決する手段としている。

【(i) (1-8)】第2の発明は、半導体基板に固定され可動部と、該可動部に支持され基板面と空隙を介して該可動部に連接される可動部と有した振動素子の製造方法において、まず、基板面の可動部形成領域に形成された振動素子の上側に上記可動部に連接される可動部を形成し、その後、エッチング液を用いて上記可動部の表面張力により可動部の表面張力を除去し、その後、エッチング液を洗浄し、その後の乾燥工程で上記洗浄液を乾燥除去し、次に、半導体基板の片面にガラス接着剤で形成された蓋部を配置して上記可動部の上側を蓋部を介して上記蓋部により覆い、半導体基板と蓋部に露した部を印加して半導体基板と蓋部を陽極接合手順により接合させてと共に、この蓋部への露部印加によりガラス接着剤の蓋部を電極として機能させて可動部と蓋部間に電圧を印加し、可動部を蓋部側に引き上げる静電力を作用させて前記乾燥工程の洗浄液の表面張力により半導体基板に付着した可動部を半導体基板から剥がし、半導体基板と可動部1間に空隙を形成する構成をもつて前記課題を解決する手段としている。

【(i) (1-9)】第3の発明は、上記第1又は第2の発明を構成する可動部の上側に空隙を介して配設される電極の間に可動部の接着するのを防止するための接着防止膜が形成されている構成をもつて前記課題を解決する手段としている。

【(i) (1-10)】第4の発明は、上記第1又は第2の発明を構成する可動部の上側に空隙を介して配設される電極の間に可動部の接着するのを防止するための接着防止膜が形成されている構成をもつて前記課題を解決する手段としている。

【(i) (2-1)】上記構成の発明において、乾燥工程で洗浄液の表面張力により基板に付着した可動部を静電力により基板から剥がし、基板と可動部間に空隙を形成するようにしておいて、乾燥工程で可動部が基板に付着しないように、例えば、洗浄乾燥手法を用いる必要なく、乾燥工程が簡略化が可能である。

【(i) (2-2)】また、可動部を引き上げる静電力の強度は可動部と該可動部に付着電極との間に印加する電圧の大きさにより制御され、その電圧制御は容易であるので、上記静電力の制御を簡単に行うことが可能であり、確実に可動部を基板から剥がすことができ、かつ、可動部の破損を防止できる。このことから、振動素子の価値まりが向上し、振動素子の価格の低下を図ることが可能である。

### 【(i) (2-3)】

【発明の実施形態】以下に、この発明の実施形態を図面を基に説明する。

【(i) (2-1)】図1には第1の実施形態の振動素子の製造方法が示されている。この実施形態によれば振動素子は前記工程における振動素子であり、又さて振動素子の構成は前にして述べ、その重複説明は省略する。なお、図1にはA-A'、B-B'、C-C'、D-D'が構成部材に示されている。

【(1)24】この実施形態例において特徴的なことは、基板上離島に洗浄液より静電力により基板1に付着した可動部4を、乾燥工程でなく、基板1から静電力を用いておらず、基板1と可動部4は電極を形成することである。以下に、この実施形態例の振動素子の製造方法の特徴を説明する。

【(1)25】この実施形態例では、図1の(a)に示すように、上記図1の上部部材上に、基板1を用いる。このS字型基板はシリコンで構成された基板1は酸化物で形成された犠牲層1のシリコンの層1が頂に予め積層形成された基板である。

【(1)26】まず、図1の(c)に示すように、カーボン導体1と可動部4と可動電極7と固定電極7と支持部3を形成する領域以外のシリコン層1の部分を、図1の(c)に示すように、トライアクリティフィオンエッチャング等によりトライエッチャング除去する。そして、図1の(c)に示すように、導体1と可動部4と可動電極7と固定電極7の側面の犠牲層1の頂上部をエッチャング等により「エットエッチャング」除去する。このエッチャング除去工程で、導体1と可動部4と可動電極7と固定電極7は基板1から離間した状態となる。

【(1)27】次に、純水を用いてエッチャング液を洗浄し、その後、メタノールやアセトン等の揮発性溶剤に切り替えて引き残しがれを洗浄を繰り返す。そして、上記洗浄工程後に、基板1を大気中に配置して洗浄液の揮発を行つ。このとき、基板に付着している洗浄液は、上記の如く、揮発性の溶剤であることから、洗浄液は基板からより早く蒸発し、基板の導体部を離れて離縫を形成することができる。この乾燥工程時に洗浄液の表面張力により、図1の(d)に示すように、可動部4が基板1に付着する。

【(1)28】次に、図1の(d)に示すように、上記基板1を手の運めた作業台13に配置すると共に、基板1の上側に埋設部16シリコンにより形成された電極体14を配置する。この電極体14には可動部4に対向する領域に開拓部15が形成されており、可動部4の側面を空隙を介して電極体14により覆うことができる。上記電極体14の埋設部16には可動部4と空隙を介して対向しており、この電極体14の埋設部16はが両面電極と成している。また、上記作業台13は導電性の高い材料により形成されており、この作業台13は電圧印加手段15に接続されている。

【(1)29】そして、上記電極体14および作業台13を介して基板1に上記電圧印加手段15による電圧を印加することにより、可動部4と電極体14の開拓部15を介して上記の開拓部15に付着したものが電圧が印加され、可動部4を電極体14側に引き上げる静電力を作用させる。

【(1)30】上記静電力により可動部4は電極体14側に引き上げられて基板1から剥がれ、図1の(e)に示す

ように、基板1と可動部4間に離隙1が形成されて振動素子が完成する。

【(1)31】なお、上記静電力の大きさは可動部4を基板1から剥がすことが可能な離隙1の大きさが設定され、静電力の大きさの制御は電圧印加手段15から可動部4と電極体14間に印加される電圧の制御により行われる。また、上記静電力により可動部4が電極体14側に引き上げられたときには可動部4と電極体14の埋設部16に接触しないように、電極体14の頂部を柔軟性が設定されている。

【(1)32】この実施形態例によれば、乾燥工程の後に、静電力を用いて可動部4を基板1から剥がして基板1と可動部4間に離隙1を形成するようにしたので、乾燥工程で、基板1に可動部4が付着しないように前述凍結乾燥換手法等の特殊な乾燥手法を用いる必要がない。上記凍結乾燥換手法等の乾燥手法は、前述したように、工程が複雑で、面倒であるという問題があるが、この実施形態例では、上記のように、特殊な乾燥手法を用いることなく、基板1を大気中に配置して洗浄液を蒸発乾燥させるだけなので、乾燥工程の簡略化を図ることができる。

【(1)33】また、複結乾燥手法のように、基板1と可動部4間に液を凍結させることができないので、液の凍結作用により可動部4が破損するという問題を防止することができる。さらに、上記基板1と可動部4間に作用させる静電力の大きさは基板1と可動部4間の印加電圧の制御により行なうことができ、この印加電圧の制御は簡単であることから、上記静電力を制御して可動部4を簡単かつ確実に基板1から剥がすことができる。上記のように、可動部4が破損するという問題と、可動部4が基板1に付着固定するという問題とが共に回避されるので、振動素子の歩留まりを格段に向上させることができる。

【(1)34】さらに、上記基板1と可動部4間に電圧を印加するための作業設備は安価であるので、設備導入の費用が少なくて済み、上記振動素子の歩留まり向上の効果と相まって、振動素子の価格を大幅に安価にすることが可能である。

【(1)35】以下に、第2の実施形態例を説明する。この実施形態例は、図2の(a)に示すように、可動部4の蓋部16によりパッケージされた振動素子に適用するものである。なお、この実施形態例の説明において、前記第1の実施形態例と同一名稱部には同一符号を付し、その重複説明は省略する。

【(1)36】まず、前記第1の実施形態例と同様に、図2の(a)に示すような上記基板1を用意し、図2の(b)に示すように、可動部4等の振動素子の構成部分を電子射線等の手法により形成する。そして、図2の(c)に示すように、可動部4等の下側に犠牲層1のエッチャング液を洗浄して乾燥させること。

【0043】然る後、(b)の工程に於けるように、基板1上に作業台13に配置すると共に、手で作製された蓋部16を基板1の上に配設する。この蓋部16にはナトリウムプラスチック等のプラスチックを含有するガラス板等により形成されており、蓋部16には可動部4に付する導体部が凹成され、可動部4の上を静電力を介して蓋部16により覆うことが可能である。上記蓋部16に形成された凹成部前面は可動部4と対応し、この凹成部前面には接着防止膜17が形成されている。この接着防止膜17には、Au、Cr、アルミニウム、Ti等の金属、セラミック等の導電物質等の付着エネルギーの小さい物によく形成されている。

【0044】そして、これを測定印加にて接着温度(150℃以上)まで加熱して、電圧印加手段11から蓋部16および作業台13を介して基板1に電圧を印加することにより、蓋部16とシリコン層11(支持部1)の接触面が導体部を含し、可動部4のパッケージが形成される。

【0045】同時に、蓋部16に含有されているプラスチックの蓋部16内部を移動し、蓋部16が分極して電極と成し、蓋部16の導電面と可動部4間に電圧が印加され、可動部4を蓋部16側に引き上げる静電力が作用して、前述導電手段にて清浄液の表面張力により基板1に付着した可動部4が基板1から剥離され、(図2の(a))に示すように、基板1と可動部4間に空隙10を形成し、可動部4がパッケージされた挙動を示すが完成する。

【0046】前述接着防止膜17は、前記の如く、付着エネルギーの小さい物で形成されているので、前記のように、静電力により可動部4を蓋部16側に引き上げたときに可動部4が接着防止膜17に接触しても、可動部4と接着防止膜17の接触面に結合反応が発生せず、静電力の停止後に、可動部4は接着防止膜17から離れ、可動部4と接着防止膜17間に空隙10を形成することができる。

【0047】なお、上記電圧印加の工程で、可動部4が蓋部16の導電面に接触しないように、蓋部16の印加部の大きさを設定することにより、可動部4が蓋部16の導電面に接触するのを防止することができるので、このような場合には、上記接着防止膜17を設けなくてもよい。

【0048】この実施形態例によれば、蓋部16にて可動部4のパッケージを行うときに、蓋部16を可動部4に接触する電極として機能させて可動部4と蓋部16間に電圧を印加し、その電圧印加により生じる静電力を介して、乾燥剤等を含む、に付着した可動部4を基板1から剥離するようにしたので、前述第1の実施形態例の機械的効果を奏することが可能である上に、蓋部16による可動部4のパッケージと、可動部4の引き落とし作業と同時に行うことができるので、可動部4のパッケージの

工程と、可動部4を基板1から剥離するための工程とを別々に於ける必要がなく、工程の簡略化を図ることができる。

【0049】また、蓋部16の導電表面に接着防止膜17を形成したのと、静電力により可動部4が接着防止膜17と接触しても、接着防止膜17は付着エネルギーが小さいもので形成されているので、可動部4と接着防止膜17の接触面は接着せず、静電力を停止させた後に可動部4が接着防止膜17から離れ、このことにより、可動部4が蓋部16に付着固定されてしまうという問題を確実に回避することができる。

【0050】なお、この発明は上記各実施形態例に限定されるものではなく、様々な実施形態を採り得る。例えば、上記各実施形態例では、SMT基板を用いていたが、SMT基板を用いずに、基板1に犠牲層10を積層し、その犠牲層10の上側にシリコン層11を形成するといい工程を行った後に、前記各実施形態例同様の工程をかけて挙動母子を製造するようにしてもよい。

【0051】また、上記第1の実施形態例に示した電極体14はシリコンにより構成されていたが、シリコン以外の導体により形成してもよいし、金属により形成してもよいし、ナトリウムプラスチック等のプラスチックを含有するガラス板等により形成してもよい。このように、電圧印加により電極として機能する材料を材料にあれば、シリコン以外の材料により電極体14を構成してもよい。

【0052】さらに、第1の実施形態例に示した電極体14の凹成部16aと共に、第2の実施形態例に示した接着防止膜17と同様の接着防止膜を設けてもよい。さらに、接着防止膜17は複数の異なる材料の層を積層形成した積層膜により形成してもよい。

【0053】さらに、上記各実施形態例では、基板1はシリコンにより形成されていたが、基板1はシリコン以外の導体で形成してもよい。

【0054】さらに、上記各実施形態例では、ドリル手法により可動部4等の挙動母子の構成部分を形成していたが、シリコン層11の上に可動部4等の構成部品を定めるパターンを形成し、そのパターン以外のシリコン層11上の領域をエッチャング液を用いてエッチャング除去し、その後、上記パターンを取り除いて可動部4等を形成するようにしてもよい。

【0055】さらに、上記各実施形態例では、可動部4はシリコンにより形成されていたが、シリコン以外の半導体や、アルミニウムやベリリウム等の金属等、シリコン等に付着しない物質によることもよい。また、可動部4は導体や、アルミニウムやベリリウム等の金属や、絶縁体等の構成部品も、複数を積層した積層体により形成してもよい。

【0056】さらに、上記各実施形態例では、(b)に示す挙動母子を示して説明したが、この発明は第1の挙

動素子に固定されるものではなく、基板面と空隙を介して対面配置する可動部を有した振動素子に適用する事が可能であり、上記各実施形態の構成にして基板面と可動部間に空隙を形成し可動部を製造することにより、上記各実施形態の特徴を効果を得ることが可能である。

#### 【0050】

【発明の効果】この発明によれば、乾燥工程の後に、可動部の上に空隙を介して電極を対面配置して可動部と対向電極間に電圧を印加し、あるいは、基板に蓋部を配置して可動部の上側を空隙を介して蓋部により覆い、蓋部を電極として機能させて蓋部と可動部間に電圧を印加して、可動部を上側に引き上げる静電力を作用させ、乾燥工程で洗浄液の表面張力により基板に付着した可動部を基板から剥がし、可動部と基板の間に空隙を形成する発明にあっては、上記静電力を生ぜるときの基板と蓋部との通電により、基板と蓋部の移触面が陽極接合して可動部を上記蓋部によりパッケージの作業と、可動部の引き剥がしの作業とを同時に行つことができるるので、製造工程の増加を防止することが可能である。

【0051】また、上記の如く、専用乾燥手法を用いる必要がないので、乾燥工程で、基板と可動部間の溶液の津結に起因して可動部が破損するという問題を回避することができる。さらに、上記可動部を引き上げる静電力の制御は可動部と電極間に印加電圧の制御により行つことができ、この印加電圧の制御は簡単に行うことができる。このように、可動部の破損問題と、可動部の基板への付着性質の問題とが共に回避できるので、振動素子の残留まりを格段に向上させることができて、このことにより、振動素子の価格を安価にすることができる。

【0052】さらに、上記可動部に静電力を作用させるための設備は安価であることから、設備導入費用が安めて済み、上記振動素子の残留まり向上の効果と相まって、振動素子の価格をより安価にすることが可能である。

る。

【0054】基板に蓋部を配置して可動部の上側を空隙を介して蓋部により覆い、蓋部を電極として機能させて蓋部と可動部間に電圧を印加し、可動部を上側に引き上げる静電力を作用させ、乾燥工程で洗浄液の表面張力により基板に付着した可動部を基板から剥がし、可動部と基板の間に空隙を形成する発明にあっては、上記静電力を生ぜるときの基板と蓋部との通電により、基板と蓋部の移触面が陽極接合して可動部を上記蓋部によりパッケージの作業と、可動部の引き剥がしの作業とを同時に行つことができるるので、製造工程の増加を防止することが可能である。

【0055】電極面に接着防止膜を設けた発明にあっては、接着防止膜を付着エネルギーの小さい材料で形成することにより、静電力により可動部が電極面の接着防止膜に接触しても、可動部と接着防止膜の接触面の結合反応を防止することができ、可動部が電極面に接着してしまつという問題を確実に回避することができる。

#### 【表面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態例を示す説明図である。

【図2】第2の実施形態例を示す説明図である。

【図3】振動素子の一例を示す説明図である。

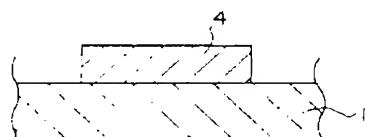
【図4】従来の振動素子の製造手法を示す説明図である。

【図5】従来の課題を示すモデル図である。

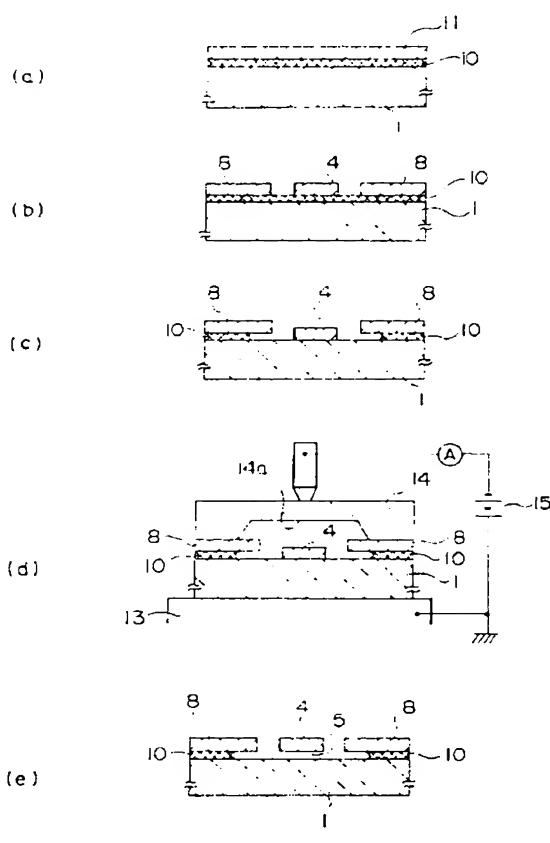
#### 【各部の説明】

- 1 基板
- 2 アンカー
- 3 可動部
- 4 空隙
- 1' 緩性層
- 1'1 電極体
- 1'2 蓋部
- 1'3 接着防止膜

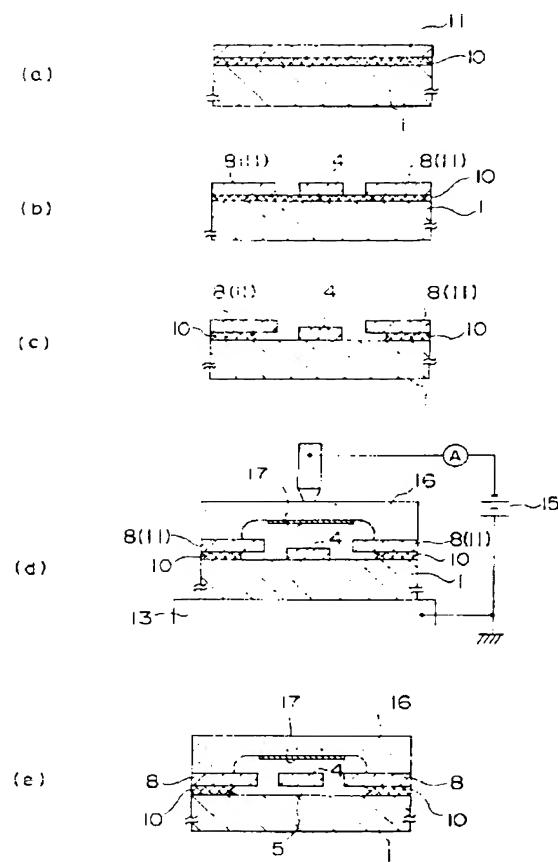
#### 【図5】



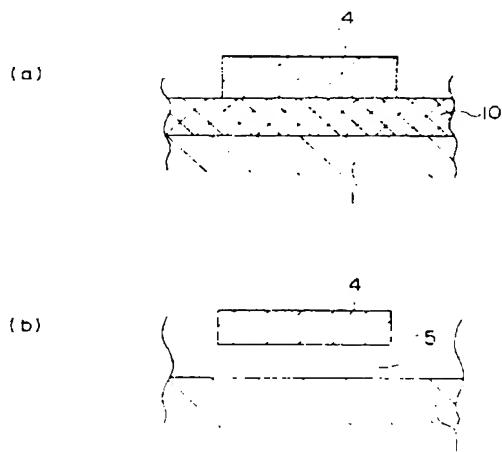
[FIG. 1]



[FIG. 2]

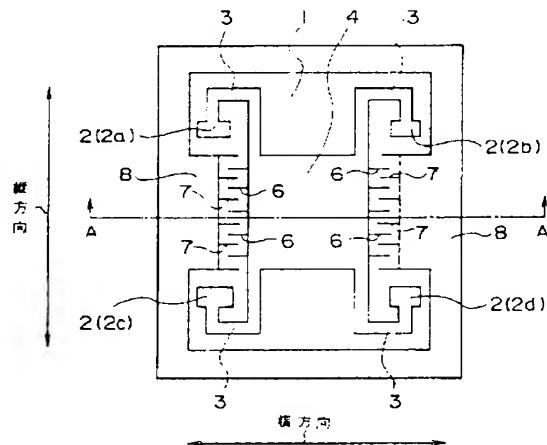


[FIG. 3]



## 【図2】

(a)



(b)

